

УДК 004

В.Гут, магістр гр. КН-21М-1,4,

Центральноукраїнський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНОЇ ПЛАТФОРМИ НА БАЗІ РІШЕНЬ CISCO

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco. Об'єктом дослідження є процес інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco. Предметом дослідження є методи інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco. Методи дослідження базуються на методах теорії обробки телекомунікаційного трафіку, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення. комп'ютерні науки, інформаційно-комунікаційна платформа, Cisco

Постановка проблеми. В наш час існує множина різних програм, що дозволяють вести телефонні переговори через Інтернет або локальну мережу. Така можливість уже нікого не дивує, для цього потрібні лише комп'ютер, підключений до мережі, відповідна програма й мікрофон з навушниками. Звичайно, таке рішення явно не підходить для організації телефонії в серйозній фірмі (все-таки подібні засоби носять скоріше розважальний характер), однак ідея передачі голосу через мережу передачі даних дуже приваблива, особливо якщо фірма має множину офісів у різних містах. І в цьому випадку рано або пізно виникає питання про впровадження IP-телефонії інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco.

IP-телефонія інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco, по суті, є способом організації телефонного зв'язку з використанням мережі передачі даних для передачі голосу. Переваги такої організації телефонного зв'язку очевидні, і головне з них – істотне зниження витрат на дзвінки між офісами, розташованими в різних містах. Крім цього, даний підхід дозволяє ввести єдиний номерний план для всієї організації, коли не потрібно пам'ятати телефонні коди міст, у яких перебувають філії компанії. Ну й звичайно, не варто забувати про впровадження додаткових сервісів.

Корпоративна IP-телефонія інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco дозволяє об'єднати вже існуюче в організації телефонне встаткування (звичайні телефони, підключені до АТМУ) і спеціалізовані IP-телефони в одну систему, що використовує для передачі голосового трафіку мережі передачі даних.

В зв'язку з тим, що багато фірм мають корпоративну мережу передачі даних, побудовану з використанням активного мережного устаткування фірми Cisco Systems, у цьому магістерському проекті, особлива увага приділена рішенням, які пропонує саме ця компанія.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-10] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco.

Мета й завдання дослідження. Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

– Огляд існуючих систем інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco.

– Дослідження системи інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco.

– Програмна реалізація системи інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco.

Об'єктом дослідження є процес інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco.

Предметом дослідження є методи інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco.

Методи дослідження базуються на методах теорії обробки телекомунікаційного трафіку, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.

Виклад основного матеріалу.

Cisco AVVID

Рішення Cisco для побудови мереж IP-телефонії інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco засновано на використанні архітектурної моделі Cisco AVVID (Architecture for Voice, Video and Integrated Data) і призначено для рішення наступних основних задач:

побудова сучасної багатофункціональної системи цифрової телефонії на базі корпоративної IP-мережі;

підключення системи корпоративної IP-телефонії інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco до телефонної мережі загального користування й стикування з існуючими ділянками традиційної телефонної мережі компанії;

забезпечення широкого кола сучасних сервісів для абонентів корпоративної мережі IP-телефонії інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco.

Крім того, дане рішення дозволяє створити мережу відеотелефонії, що може бути частиною корпоративної IP телефонної системи.

За допомогою засобів IP-телефонії інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco можна побудувати й невелику мережу в кілька десятків користувачів малого підприємства або віддаленого офісу компанії, і мережа великої корпорації в кілька сотень тисяч абонентів.

Архітектура пропонованого рішення дозволяє технологічно й економічно ефективно створити географічно розподілену мережу корпоративної телефонії.

Рішення IP-телефонії інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco складається з наступних основних компонентів:

Інтелектуальна мережна інфраструктура на базі протоколу IP, що включає маршрутизатори, комутатори, шлюзи й інше мережне встаткування. IP-інфраструктура є основою для подальшого впровадження користувальницьких додатків і повинна забезпечувати підтримку таких життєво важливих для мережі сервісів, як безпека, мережне керування й механізми якості обслуговування (QoS). У рамках архітектури Cisco AVVID інтелектуальна мережна інфраструктура використовується поряд з передачею даних для функціонування корпоративної телефонної й відеотелефонної системи.

Інтелектуальні клієнтські пристрої з підтримкою протоколу IP, у тому числі цифрові IP-телефони Cisco, відеопристрої, персональні комп'ютери зі спеціалізованим програмним забезпеченням для рішення різних бізнес-задач, програмні емулятори телефонів (наприклад, IP Communicator) і так далі.

Керування корпоративною системою IP-телефонії інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco, а також відеотелефонії Cisco здійснюється спеціалізованим додатком Cisco Call Manager або кластером Cisco Call Manager. Крім того, у системі можуть використовуватися додаткові службові пристрої й додатки, такі як корпоративна служба

каталогів, що служить централізованим сховищем інформації про абонентів у телефонній і відеосистемі, а також службові пристрою для забезпечення аудіо– і відеоконференцій, H.323-гейткіпери й т.д.

Сучасні телефонні додатки, що виникли завдяки розвитку інтегрованих систем з підтримкою голосу, відео– і даних, наприклад, система уніфікованої обробки повідомлень (Unified Messaging), інтелектуальні центри обробки викликів (Contact Center), мультимедійні системи організації конференцій. Впровадження подібних додатків створює додаткові можливості для користувачів/абонентів корпоративної телекомунікаційної мережі, підвищує зручність і ефективність використання системи.

Керуючий сервер Cisco Call Manager забезпечує керування встановленням телефонних з'єднань і відеоз'єднань у системі. Call Manager також управляє наданням додаткових функцій абонентам, що використовують як IP-телефони, так і відеопристрої. Він також забезпечує адміністратора мережі засобами для налаштування й керування взаємодією різних компонентів системи IP-телефонії інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco.



Рисунок 1 – Рівні архітектури AVVID

Спеціалізовані цифрові IP-телефони Cisco підключаються в локальну мережу, що комутирується, Ethernet 10/100 і забезпечують як традиційну функціональність цифрових телефонів, так і ряд нових можливостей.

Для стикування із системами традиційної телефонії, у тому числі із установленими раніше АТМУ, і підключення до телефонної мережі загального користування застосовуються голосові шлюзи. Дана можливість реалізована на базі цілого ряду мультисервісних маршрутизаторів Cisco. Існують також голосові модулі для деяких моделей комутаторів Cisco Catalyst і самостійні пристрої, що забезпечують функціональність голосових шлюзів.

Переваги застосування Cisco AVVID:

- швидкість впровадження нових сервісів;
- надійність;
- можливість взаємодії різних мереж;
- зниження матеріальних витрат.

Архітектура AVVID складається із чотирьох рівнів:

1. Інфраструктурний рівень – це фундамент мережі.

2. Рівень обробки викликів, що виконує функції комутації викликів. Його функції схожі з функціями АТМУ при використанні традиційних технологій телефонії.

3. Рівень додатків, що забезпечують додаткову функціональність.

4. Клієнтський рівень, на якому розташовуються пристрої й додатки, з якими користувач безпосередньо взаємодіє.

Моделі розгортання

Cisco підтримує наступні моделі розгортання IP-телефонії інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco:

- однооб'єктна;
- с централізованою обробкою викликів;
- с розподіленою/однокластерною обробкою викликів;
- с розподіленою багатокластерною обробкою викликів.

Однооб'єктна модель

В однооб'єктній моделі розгортання (рисунок 2) всі додатки CCM і DSP-ресурси фізично розташовані в одному місці.

Відмітні риси моделі:

- CCM, DSP і додатки перебувають в одному місці;
- підтримка приблизно 36 тис. IP-телефонів на кластер;
- кілька кластерів можуть бути з'єднані за допомогою транків;
- для зовнішніх дзвінків використовується телефонна мережа загального призначення (PSTN).

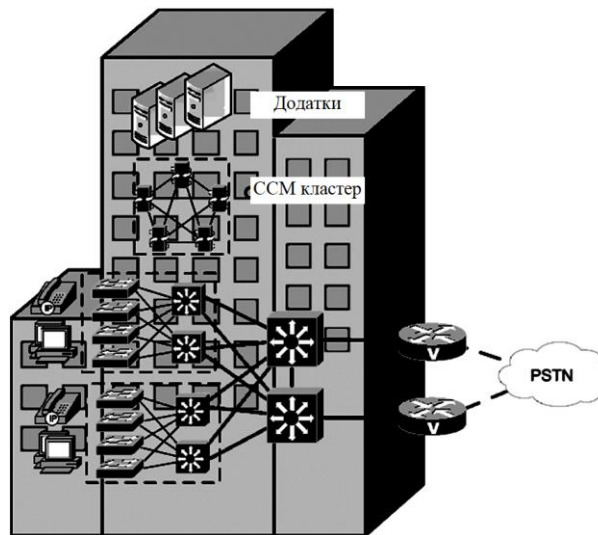


Рисунок 2 – Однооб'єктна модель AVVID

Модель із централізованою обробкою викликів

Дана модель (рисунок 3) має на увазі CCM-кластер на центральному вузлі й з'єднання до віддалених вузлів через мережу передачі даних (IP-мережа з дотриманням QoS). Віддалені вузли звертаються до центрального CCM-кластеру для обробки викликів. Додатки, такі як голосова пошта й автовідповідач, звичайно розташовуються на центральному вузлі. Така організація зменшує витрати на зміст устаткування й забезпечує централізоване адміністрування й обслуговування.

Мережа передачі даних може бути побудована на технологіях виділених ліній, Frame Relay, АТМ. На маршрутизаторах, що стикаються з мережею передачі даних, повинні бути реалізовані механізми QoS, такі як установка пріоритетів на чергах і контроль трафіку, для "захисту" голосового трафіку від інших типів трафіку в мережі.

У даній моделі для захисту мережі передачі даних від перевантаження може знадобитися контроль доступу (CAC). У версії CCM Release 3.3 використовується можливість автоматичного вибору маршруту (AAR – Automated Alternate Routing). AAR

дозволяє ССМ динамічно перенаправляти виклики через телефонну мережу загального користування, коли мережа передачі даних перевантажена, для запобігання погіршення якості встановлених викликів.

Телефонна мережа загального призначення використовується як резервна. Можна також застосовувати технологію ISDN як резервний канал передачі даних, але ISDN не годиться для передачі голосу, тому що не підтримує вимоги QoS. Навіть якщо віддалений офіс втратить зв'язок із кластером ССМ, обробка викликів може бути здійснена за допомогою технології безвідмовної телефонії віддаленого вузла (SRST – Survivable Remote Site Telephony), доступної при використанні маршрутизаторів Cisco IOS. На час втрати зв'язку з ССМ ця технологія буде забезпечувати внутрішню комутацію викликів у віддалених точках.

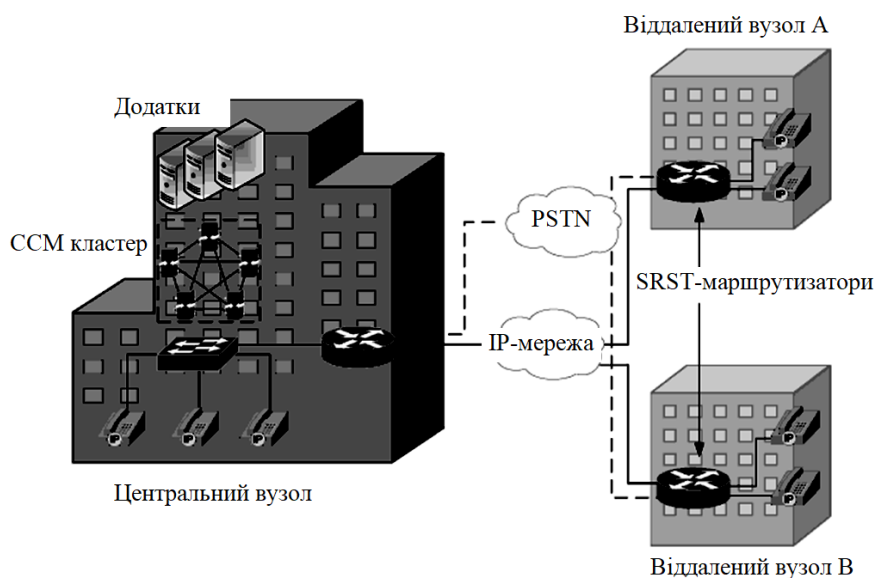


Рисунок 3 – Структура моделі із централізованою обробкою викликів

Моделі з розподіленою обробкою викликів

ССМ-кластери можуть бути присутнім у всіх вузлах, у цьому випадку локальна комутація викликів буде вироблятися без участі центрального вузла. Також є можливість рознести компоненти одного ССМ-кластера по різних точках (рисунок 4 і рисунок 5).

Процес реєстрації ІР-телефонів

Щораз, коли ІР-телефон завантажується, відбувається наступний процес:

1. Якщо використовується комутатор Cisco з підтримкою живлення, комутатор посилає спеціальний FLP (Fast Link Pulse) сигнал. Комутатор використовує цей сигнал, щоб визначити, чи підключений до нього ІР-телефон, що вимагає живлення. У знеструмленому стані ІР-телефон Cisco повертає сигнал, запитуючи тим самим комутатор подати напругу 48 вольтів постійного струму.

2. Після того як ІР-телефон одержав живлення й завантажився, комутатор посилає йому CDP (Cisco Discovery Protocol) пакет з інформацією віртуальної голосової локальної мережі (якщо зконфігуровано).

3. ІР-телефон надсилає широкомовний запит DHCP-серверу. DHCP-сервер повертає телефону, як мінімум, ІР-адресу, маску підмережі й ІР-адреса Cisco TFTP-сервера.

4. Телефон з'єднується з TFTP-сервером і одержує з його свою конфігураційну інформацію, що містить перелік ССМ (до трьох ССМ).

5. Телефон намагається зареєструватися з першим ССМ з переліку, отриманого з TFTP-сервера.

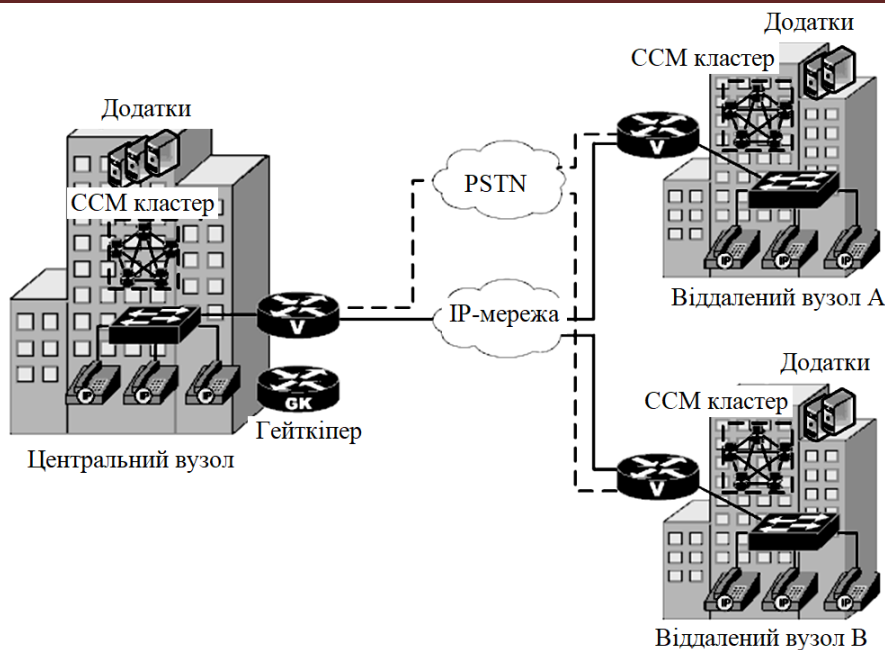


Рисунок 4 – Багатокластерна модель із розподіленою обробкою викликів

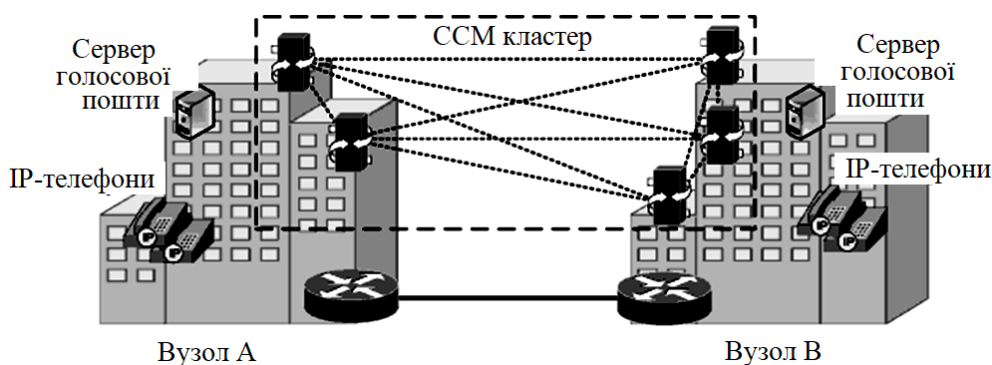


Рисунок 5 – Однокластерна модель із розподіленою обробкою викликів

Комутація на Cisco Call Manager

CCM маршрутизує два типи викликів:

1. Внутрішні (on-cluster).
2. Зовнішні (off-cluster).

Комутація внутрішніх викликів

Коли надходить виклик з ІР-телефону, ССМ аналізує набраний номер. Якщо він відповідає DN (Directory Number), зареєстрованому на тому же ССМ-кластері, ССМ направляє виклик на ІР-телефон призначення, асоційований з відповідної DN. Це внутрішній (on-cluster) виклик. ССМ дозволяє обробляти такі виклики без напрямку його на зовнішній шлюз. Не тільки ІР-телефони можуть виступати в ролі пристроїв, здатних ініціювати й приймати внутрішні виклики, це може бути будь-який пристрій із зареєстрованим на ССМ DN. Наприклад, такими пристроями можуть бути Cisco софтлини й аналогові телефони, підключені до MGCP-шлюзів або шлюзів, що працюють по протоколі Skinny.

Комутація зовнішніх викликів

Якщо на ІР-телефоні набирається номер, для якого не нашлося відповідного DN, виходить, має місце зовнішній (off-cluster) виклик. ССМ у цьому випадку переглядає свою таблицю зовнішніх маршрутів, щоб визначити, куди направити виклик. ССМ використовує концепцію таблиць маршрутів і шаблонів трансляцій для визначення, куди і як направити зовнішній виклик.

Можна створювати плани маршрутизації для зовнішніх викликів, використовуючи

триярусну архітектуру, що надає кілька рівнів маршрутизації й маніпуляцій із цифрами. Шаблон маршруту (Route Pattern) визначає по номеру дозвону список маршрутів (Route List), що вибере доступний шлях для вихідного дзвінка на основі пріоритетів. Ці шляхи Cisco визначає як "групи маршрутів" (Route Group). Рівні вибору маршруту показані на рисунку 6.

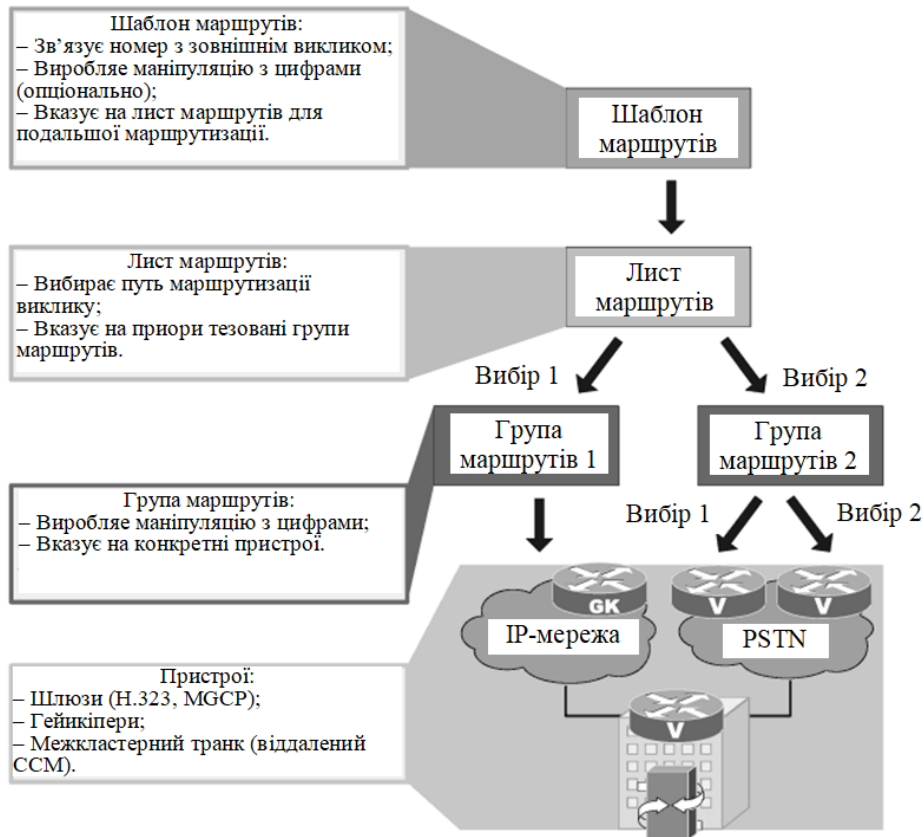


Рисунок 6 – Елементи маршрутизації зовнішніх викликів в CCM

Процес конфігурування маршрутів для зовнішніх викликів містить наступні етапи:

- додавання шлюзів;
- створення груп маршрутів з доступних пристроїв;
- створення списків маршрутів з доступних груп маршрутів;
- створення шаблону маршруту й асоціювання його з доступним списком маршрутів або шлюзом.

Шаблон маршруту є ключовим елементом у плані маршрутизації. Він визначає набраний номер і направляє виклик на підходящий шлюз. Коли набраний номер відповідає шаблону маршруту, CCM направляє виклик на відповідний список маршрутів або шлюз.

Шлюзи

Шлюзи – це пристрої, що дозволяють CCM взаємодіяти з не-ІР-мережами, такими як телефонна мережа загального користування (PSTN). Cisco розділяє свої шлюзи на дві головні категорії – аналогові й цифрові. Аналогові шлюзи можуть бути шлюзами станцій або транковими шлюзами.

Шлюзи станцій використовують порти FXS для підключення кінцевих пристроїв, таких як аналогові телефони й факси. Транкові шлюзи використовують порти FXO і підключаються до телефонної мережі загального користування або АТМУ для забезпечення зв'язку з іншими телефонними системами по аналогових лініях.

Цифрові шлюзи забезпечують те ж підключення до телефонної мережі загального користування або АТМУ, однак вони використовують цифрові технології підключення, такі як PRI CCS і транки T1 CAS.

CCM підтримує три типи шлюзів:

–MGCP-шлюзи. Використовує модель клієнт-сервер, у якій CCM управляє шлюзом. MGCP-шлюзи підтримують всі додаткові сервіси CCM, надмірність CCM і безперервність викликів. Додатковою перевагою таких шлюзів є їхнє нескладне конфігурування.

–Non-IOS MGCP-шлюзи. Аналогічні MGCP-шлюзам, але не підтримують безперервність викликів.

–H.323-шлюзи. Використовують однорангову модель. Більша частина конфігурації виробляється безпосередньо на шлюзі. При одноранговій моделі CCM не має контролю над шлюзом, що приводить до зменшення кількості доступних сервісів CCM при використанні таких шлюзів. Зате H.323-шлюзи підтримують додаткову функціональність Cisco IOS – CAC і SRST.

Крім перерахованих тут, існує ще один тип шлюзів – міжкластерний транк. Це логічний шлюз, що використовується для комунікації між кластерами CCM.

Конфігурація абонентських пристроїв

Для того щоб зконфігурувати POTS Dial Peer (традиційний телефонний пристрій), потрібно:

1. Зконфігурувати абонентський пристрій типу POTS.
2. Зконфігурувати телефонний номер.
3. Указати, до якого порту пристрій підключений.

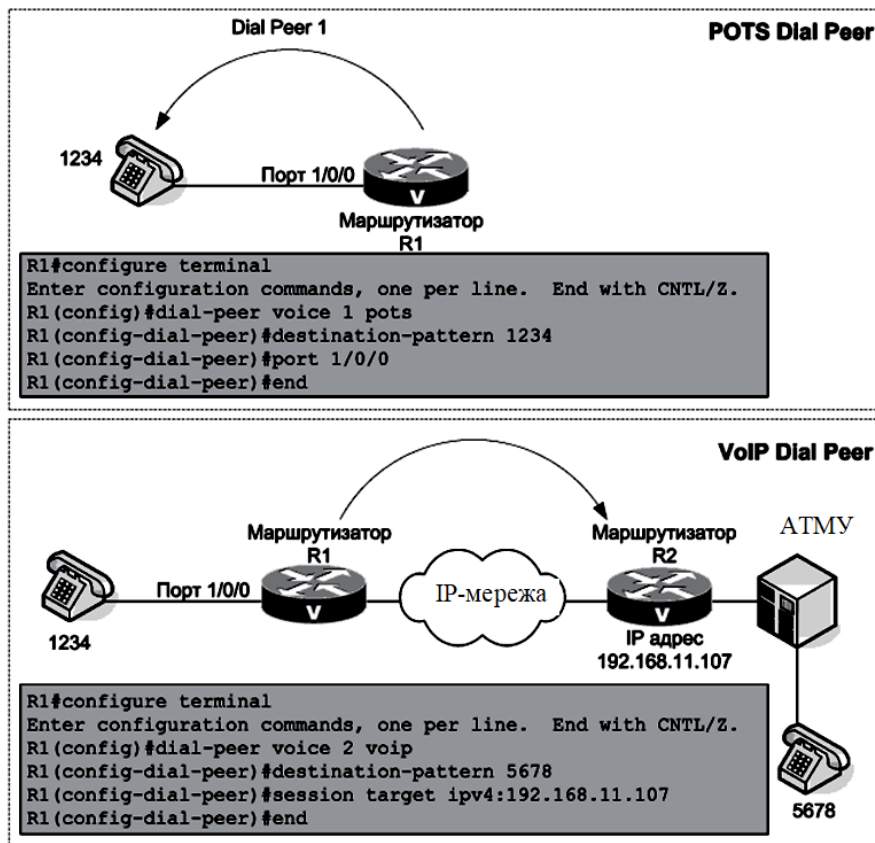


Рисунок 7 – Приклади конфігурації

Якщо до голосового порту підключена АТМУ, то замість телефонного номера може бути зконфігурований діапазон номерів.

Для конфігурування VoIP Dial Peer адміністратор повинен знати, як ідентифікувати пристрій на іншому кінці лінії – це може бути IP-адреса пристрою, а може бути Cisco Call Manager або гейткіпер (контролер зони H.323) (gatekeeper), як використовують для дозволу адрес і управління доступу викликів (CAC – call admission control) для завершення встановлення виклику.

Для конфігурування VoIP Dial Peer необхідно виконати наступні кроки:

1. Зконфігурувати шлях через мережу для голосових даних.
2. Визначити абонентський пристрій як VoIP Dial Peer.
3. Зконфігурувати телефонні номери, доступні через віддалений маршрутизатор (шлюз).
4. Зконфігурувати IP-адресу маршрутизатора (шлюзу), на якому встановлення телефонного з'єднання закінчується.
5. У якості IP-адреси використовувати адресу самого пристрою, а не адресу його порту.

Методи конфігурування діапазонів телефонних номерів

Для конфігурування телефонних номерів використовуються так звані шаблони призначення (Destination Pattern).

Шаблон призначення асоціює телефонний номер з абонентським пристроєм. Він також визначає набираються цифри, що, які маршрутизатор накопичує й перенаправляє на віддалений телефонний інтерфейс (АТМУ, Cisco Call Manager або телефонну мережу загального призначення). Шаблон призначення може вказувати на цілий телефонний номер або на частину номера з підстановочними символами; він може вказувати як на один конкретний номер, так і на діапазон номерів.

Як було видно із прикладів, шаблон призначення задається командою destination-pattern. Параметр команди може складатися з наступних елементів:

–Плюс (+): опціональний символ, що вказує на номер стандарту E.164. E.164 – це рекомендації ІТУ-Т (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector) для інтернаціонального плану нумерації. Знак плюс відноситься поперед рядка, що визначає шаблон призначення, і означає, що рядок повинен відповідати рекомендаціям E.164.

–Рядок: набір цифр, що визначають телефонний номер. У рядку крім цифр можуть використовуватися спеціальні символи:

–Зірочка (*) і грати (#). Ці символи завжди є на стандартних клавіатурах кнопочних телефонів. Вони можуть використовуватися в автоматичних телефонних системах, таких як автовідповідач.

–Кома (,) вставляє одnoseкундну паузу між цифрами, що набираються. Кома може бути використана, наприклад, коли набирається 9 для виходу в телефонну мережу загального призначення через АТМУ – пауза дає АТМУ час для комутації з телефонною мережею загального призначення.

–Точка (.) – відповідає будь-якій цифрі. Використовується для завдання діапазону телефонних номерів.

–Квадратні дужки ([]) – позначають діапазон. Наприклад "20[0-4]." відповідає діапазону номерів від 2000 до 2004.

–Т. Опціональний контрольний символ, що позначає, що значення шаблону є рядком змінної довжини. Маршрутизатор накопичує набираються цифри, що, доти, поки інтервал між ними не перевищить зконфігурованого значення (яке за замовчуванням становить 10 секунд). Після закінчення набору, щоб не чекати, поки мине таймаут, можна набрати грати й тоді маршрутизатор почнуть обробляти запит негайно.

Розробка структурної схеми

Систему IP-телефонії інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco розглянемо на прикладі бездротової мережі передачі даних і голосу, побудованої з використанням мостів радіо-Ethernet Cisco AIR-BRI342 і системи IP Telephony AVVID.

На рисунку 8 зображена структурна схема розроблювальної системи. Дана радіомережа поєднує центральний офіс компанії з її філіями. Для виключення конфліктів голосового трафіку з локальним трафіком даних у ЛОМ необхідно розділити пристрою IP-телефонії інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco й інші мережні пристрої по різним колізійним сегментах шляхом організації VLAN за допомогою Ethernet-

Комутаторів. Ця міра особливо актуальна, якщо у ЛОМ працюють напівдуплексні пристрої Ethernet. Що стосується властиво радіомережі, те всі радіомости по визначенню перебувають в одному колізійном сегменті.

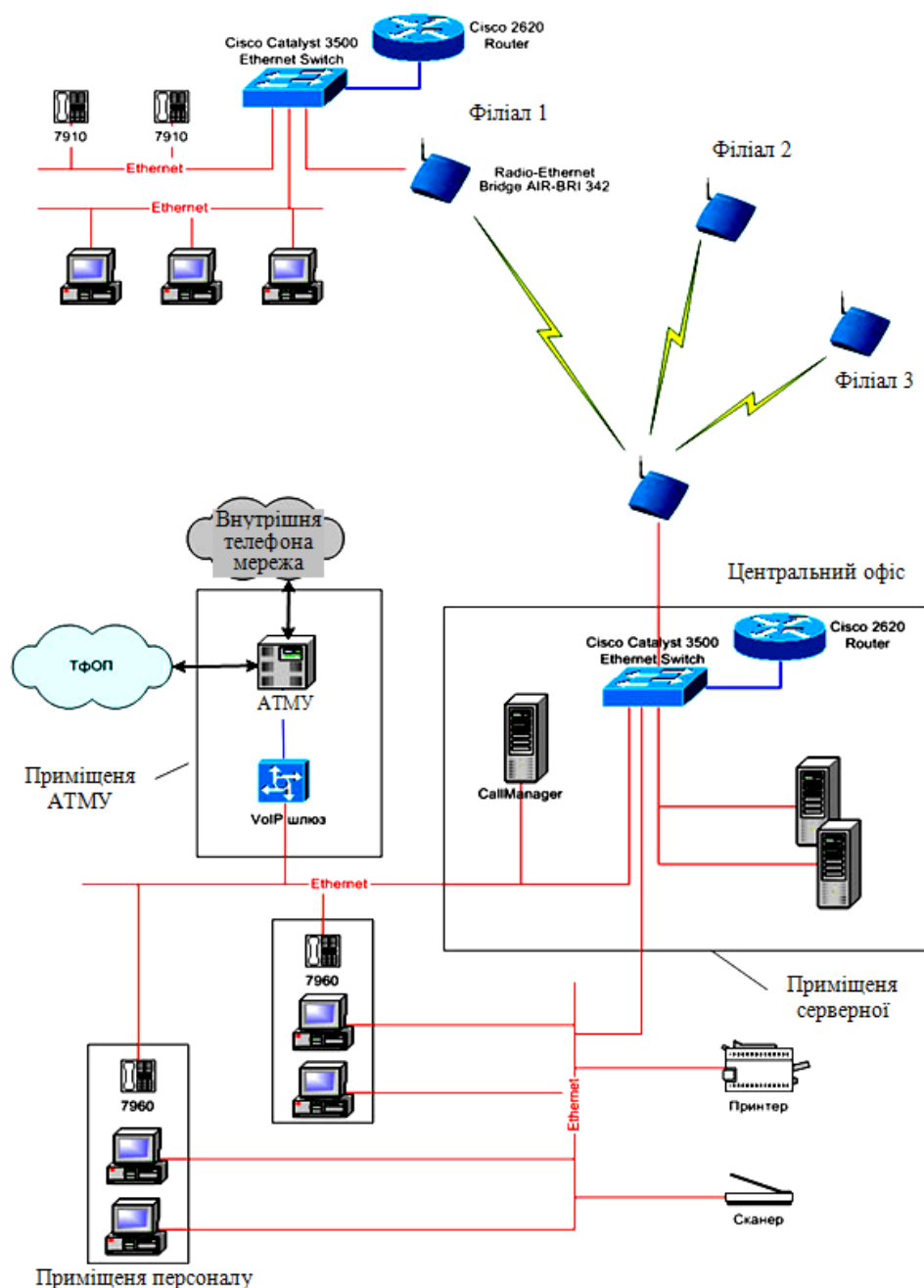


Рисунок 8 – Структурна схема системи

Відомо що, при передачі голосу по VoIP у радіомережах множинного доступу з використанням колізійних протоколів MAC-рівня типу CSMA/CA, основна проблема, що приводить до тимчасових затримок, ця відсутність гарантованої пропускної здатності каналу для даного з'єднання. Протокол CSMA/CA припускає випадкову установку з'єднання й, як наслідок, асинхронний механізм передачі радіокадрів, що зовсім неприйнятно для передачі голосового трафіку, критичного до тимчасових затримок. Випадковий характер установки з'єднань приводить до також випадкового значення пропускної здатності каналу для даного з'єднання. З ростом числа абонентів мережі ймовірність появи колізій зростає й, відповідно, зростають коливання швидкості передачі даних щодо середньостатистичного значення. Ці коливання можуть становити десятки відсотків, у результаті чого виникають непередбачені затримки трафіку. Як показали

численні експерименти по передачі VoIP у середовищі радіо-Ethernet, затримка трафіку тут значно перевищує суму інших складових загальної затримки, характерних для технології VoIP: затримки кодека, затримки в чергах, затримки в буфері, що згладжує. Коли загальна затримка в каналі, по якому встановлений сеанс голосового зв'язку, перевищить 150 мс – суб'єктивну межу слухового сприйняття затримки, відбувається катастрофічна втрата якості мови.

Типовий метод рішення проблеми, наприклад, засобами математичного забезпечення Cisco Systems містить у собі:

–усунення перевантажень у мережі шляхом профілювання трафіку за допомогою GTS (Generic Traffic Shaping);

–пріоритезація трафіку на основі інструментів класифікації PBR, BGP, CAR;

–забезпечення необхідного рівня сервісу в мережі за допомогою сигналізації QoS, що використовує протокол маркування кадрів Ethernet відповідно до рекомендації 802.1p/Q або протокол RSVP.

Для реалізації перерахованих функцій у кожній точці мережі необхідно встановити прикордонний маршрутизатор, як мінімум, серії 2600. Однак, слід зазначити принаймні два недоліки наведеного методу. Перший полягає в тому, що механізм GTS обмежує швидкість вихідного потоку даних, тобто, виконує свою функцію тільки на ділянці маршрутизатор – радіомост у даній точці мережі. Але, оскільки в радіосегмент дані однаково надходять несинхронно, імовірність нерівномірного завантаження мережі не вдається звести до нуля.

Другий недолік полягає в тім, що математичне забезпечення, що дозволяє реалізувати маркування кадрів Ethernet, не входить у базову комплектацію маршрутизатора. Для цього необхідно доповнити його розширеною версією програмного забезпечення IP Plus, а також збільшити об'єм flash-пам'яті до 16 Мбайт і RAM – до 48 Мбайт на загальну суму 2400 USD. Якщо взяти до уваги, що вартість маршрутизатора Cisco 2610 у базовій комплектації становить 1995 USD, а радіомоста Cisco AIR-BRI342 – 1949 USD, те одне тільки забезпечення QoS у мережі радіо-Ethernet підвищує витрати на 60%.

Таким чином, у бездротовій мережі передачі даних і голосу на базі радіо-Ethernet основна робота із забезпечення якості мови виконується маршрутизатором. Нагадаємо, що все вищесказане відноситься до переважної більшості мостів радіо-Ethernet, що використовує протоколи множинного доступу типу CSMA/CA. Однак, у цей час з'являється встаткування цього типу, що використовують неколізійні каналні протоколи.

Висновки. У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco; Досліджена система інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco; Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання інформаційно-комунікаційної платформи на базі рішень Cisco. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

Список літератури

1. Smirnov, O., Neskorodieva, T., Fedorov, E., Rudakov, K., Neskorodieva, A. «Method Detection Audit Data Anomalies on Basis Restricted Cauchy Machine» *CEUR Workshop Proceedings*, Volume 3187, 2022, pp. 1-12. **(Scopus)**.
2. Smirnov O., Smirnova T., Anas M. Al-Oraiqat, Drieiev O., Polishchuk L., Sheroz Khan, Yassin M. Y. Hasan, Aladdein M. Amro, Hazim S. AlRawashdeh «Method for Determining Treated Metal Surface Quality Using Computer Vision Technology». *Sensors (Basel, Switzerland)* Volume 22, Issue 16, 6223, 2022. **(Scopus)**.
3. Smirnov, O., Lakhno, V., Akhmetov, B., Chubaievskiy, V., Khorolska, K., Bebesheko, B. «Selection of a Rational Composition of Information Protection Means Using a Genetic Algorithm». In: *Rajakumar, G., Du, KL, Vuppapapati, C., Beligiannis, G.N. (eds) Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 131. 2023. **Springer**, Singapore. pp. 21-34. **(Scopus)**.
4. Smirnov O.A., Al-Oraiqat A.M., Ulichev O.S., Meleshko Ye.V., Al-Rawashdeh H.S., Polishchuk L.I. «Modeling strategies for information influence dissemination in social networks». *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing* Volume 13, Issue 5. **Springer**, Cham. 2022, pp. 2463-2477. **(Scopus)**.
5. Smirnov O., Kuznetsov A., Kryvinska N., Kiian A., Kuznetsova K. «Full Non-Binary Constant-Weight Codes». *SN Computer Science*, Vol 2, 337, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00739-w> **(Scopus)**.
6. Smirnov O., Kovalenko O., Kovalenko A., Kavun S. «Quantitative Risk Assessment Method Development in the Context of the SDLC-model». *2021 IEEE 8th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)*, pp. 203-208, doi: 10.1109/PICST54195.2021.9772143 **(Scopus)**.
7. Smirnov O., Neskorodieva T., Fedorov E., Rymar P. «Neural Network Modeling Method of Transformations Data of Audit Production with Returnable Waste». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 3101, 2021, Pages 192-207. **(Scopus)**.
8. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova K. «Data hiding scheme based on spread sequence addressing». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2805, 2020, Pages 44-58. **(Scopus)**.
9. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Potii, O., Polyuanenko, N., Stelnyk, I., Mialkovsky, D. «Combining and filtering functions in the framework of nonlinear-feedback shift register». *International Journal of Computing*; 2020, Volume 19, Issue 2 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2020. – P. 247-256. **(Scopus)**.
10. Smirnov O., Kuznetsov A., Kiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». *CEUR Workshop Proceedings*. Volume 2740, 2020, Pages 102-114. **(Scopus)**.
11. Smirnov O.A., Alimseitova Zh., Adranova A., Akhmetov B., Lakhno V., Zhilkishbayeva G. «Models and algorithms for ensuring functional stability and cybersecurity of virtual cloud resources». *Journal of theoretical and applied information technology* Vol.98. No 21, 2020, P. 3334-3346. **(Scopus)**.
12. Smirnov O., Kuznetsov A., Arischenko A., Chepurko I., Onikiychuk A., Kuznetsova T. «Pseudorandom sequences for spread spectrum image steganography». *CEUR Workshop Proceedings* Volume 2654, 2020, Pages 122-131. **(Scopus)**.
13. О.А. Смірнов, П.С. Усік, «дослідження перспектив використання технологічних рішень в мережах 5g» у *Кібербезпека та інформаційні технології: монографія*. – Х. : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2020.С. 122-135.
14. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., «Метод генерування фрактального трафіку за допомогою моделі генератора на графі» у *Інформаційна безпека та інформаційні технології: монографія / за заг. ред. В. С. Пономаренка*. – Х. : Вид. Рожко С.Г. 2019. С. 123-139.
15. Смірнов А.А., Коваленко А.В. Комплекс математических моделей технологии тестирования web-приложений. *Інформаційні технології: сучасний стан та перспективи: монографія / За загальною редакцією В.С. Пономаренка*. – Х.: ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2018. – 461 с.
16. Смірнов А.А., Коваленко А.В. Разработка метода управления рисками разработки программного обеспечения. *Інформаційні технології: проблеми та перспективи: монографія / За загальною редакцією В.С. Пономаренка*. – Х.: Видавель Рожко С.Г., 2017. – 447 с.
17. Смірнов О.А., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Кравченко С.С., Горбов В.О., «Хмарна система підтримки прийняття рішень технологічного процесу відновлення поверхонь конструкцій і деталей машин». *Сучасні інформаційні системи*. 2021. Т. 5, № 4. С. 79-95
18. Смірнов, О.А., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю.Усік П.С., «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». *Проблеми телекомунікацій*. № 1(26). С. 83-96. 2020.
19. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки*. №4. С. 103-110. 2020.
20. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», *Кібербезпека: освіта, наука, техніка*. № 3(7). С. 43-62. 2020.